

PCT

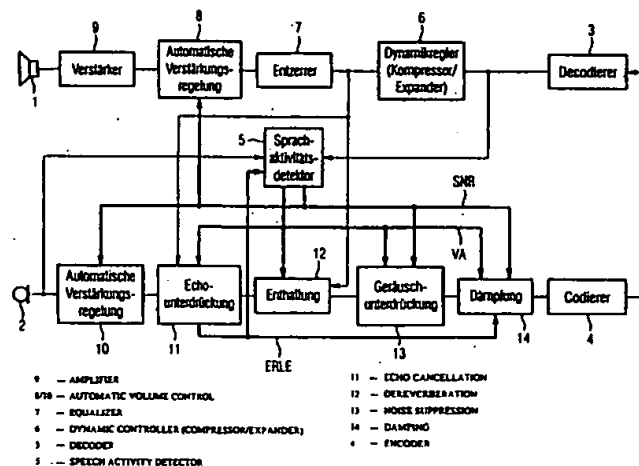
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

| | | | |
|--|--|--|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H04M 1/00 | | A2 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/60830 |
| | | | (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. Oktober 2000 (12.10.00) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00620 | | (81) Bestimmungsstaaten: CN, HU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). | |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 1. März 2000 (01.03.00) | | | |
| (30) Prioritätsdaten: 199 14 492.3 30. März 1999 (30.03.99) DE | | Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i> | |
| (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). | | | |
| (72) Erfinder; und | | | |
| (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VARGA, Imre [HU/DE]; Kandinskystr. 24, D-81477 München (DE). FRANK, Walter [DE/DE]; Gustav-Freytag-Str. 10, D-85521 Ottobrunn (DE). | | | |
| (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE). | | | |

(54) Title: MOBILE TELEPHONE
(54) Bezeichnung: MOBILTELEFON



(57) Abstract

The invention relates to a mobile telephone which so as to permit hands-free operation comprises means (11) for echo cancellation and means (12) for the dereverberation of the signal supplied by a microphone (2) of the mobile telephone. The targeted combining of different components, which can, for example, include units for voice recognition (5), automatic volume control (8, 10) and noise suppression (13, 14), permits efficient hands-free operation. Energy consumption can be minimized through the use of a dynamic compressor (6).

(57) Zusammenfassung

Mobiltelefon, wobei zur Realisierung eines Freisprechbetriebs Mittel (11) zur Echounterdrückung und Mittel (12) zur Enthaltung des von einem Mikrophon (2) des Mobiltelefons gelieferten Signals vorgesehen sind. Durch die zielgerichtete Kombination verschiedener Komponenten, wobei beispielsweise auch Einheiten zur Spracherkennung (5), zur automatischen Verstärkungsregelung (8, 10) und zur Geräuschunterdrückung (13, 14) vorgesehen sein können, wird ein effizienter Freisprechbetrieb ermöglicht. Durch den Einsatz eines dynamischen Kompressors (6) kann der Energieverbrauch minimiert werden.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidshan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | ML | Mali | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | MN | Mongolei | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MR | Mauretanien | UA | Ukraine |
| BR | Brasilien | IL | Israel | MW | Malawi | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MX | Mexiko | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgisistan | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen | | |
| CM | Kamerun | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CN | China | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CU | Kuba | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| CZ | Tschechische Republik | LJ | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DE | Deutschland | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| DK | Dänemark | LR | Liberia | SG | Singapur | | |
| EE | Estland | | | | | | |

Beschreibung

Mobiltelefon

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mobiltelefon, insbesondere ein Mobiltelefon, welches einem Benutzer ein Freisprechen ermöglicht.

- Für Mobiltelefone, welche im wesentlichen in zellularen
10 Netzen betrieben werden, sind inzwischen Lösungen bekannt, welche vollständig auf einer digitalen Signalverarbeitung beruhen (DSP). Diese Standard-DSP-Lösungen ermöglichen jedoch einem Benutzer bisher noch keinen Freisprechbetrieb. Dies
15 liegt unter anderem daran, daß mit dem Freisprechen mehrere Probleme verbunden sind, die bei Mobiltelefonen nicht ohne weiteres behoben werden können. Diese Probleme betreffen beispielsweise das Powermanagement innerhalb des
Mobiltelefons, da beim Freisprechen unter anderem eine
größere Lautstärke des Lautsprechers als beim Handbetrieb
20 notwendig ist, sowie die Bewältigung der beim Freisprechen auftretenden Echo- und Halleffekte.

- Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Mobiltelefon zu schaffen, welches einen Freisprechbetrieb
25 ermöglicht, wobei insbesondere das vorgeschlagene Mobiltelefon eine vollständig auf einer digitalen Signalverarbeitung beruhende Lösung ermöglichen soll.

- Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein
30 Mobiltelefon mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die abhängigen Ansprüche beschreiben bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung, die ihrerseits zu einer Verbesserung der Eigenschaften des Freisprechbetriebs sowie zur Unterstützung der digitalen
35 Signalverarbeitung beitragen.

Das erfindungsgemäße Mobiltelefon umfaßt im Signalpfad zwischen dem Mikrofon und den Sende- und Kodiermitteln, welche die Kommunikationsinformationen in kodierter Form an eine Basisstation übertragen, Echounterdrückungsmittel, welche das von dem Mikrofon gelieferte elektrische Signal derart verarbeiten, daß ein von dem Mikrofon aufgenommener Echoeffekt weitgehend eliminiert wird, sowie Enthallungsmittel, welche das von dem Mikrofon gelieferte Signal derart verarbeiten, daß ein von dem Mikrofon aufgenommenener Halleffekt unterdrückt wird.

Als Lautsprecher wird vorzugsweise ein Lautsprecher mit einer niedrigen elektrischen Impedanz, insbesondere im Bereich von 8 Ohm, und einer niedrigen akustischen Impedanz verwendet.

Das Mikrofon ist vorteilhafterweise ein eindirektionales Mikrofon oder ein Mikrofon mit Geräuschunterdrückung.

Das Mobiltelefon umfaßt vorteilhafterweise einen Sprachaktivitätsdetektor, welcher das von dem Mikrofon gelieferte Signal und die Lautsprechersignale überwacht und auswertet und davon abhängig auf den Zustand eines mit dem Mobiltelefon geführten Gesprächs schließt. So kann der Sprachaktivitätsdetektor durch Auswertung der Signalenergien erkennen, ob der ferne Teilnehmer, der nahe Teilnehmer oder beide Teilnehmer sprechen. Ebenso erkennt der Sprachaktivitätsdetektor, wenn augenblicklich überhaupt keine Kommunikationsinformationen über das Mobiltelefon ausgetauscht werden. Dieser Sprachaktivitätsdetektor erzeugt ein Ausgangssignal, welches die augenblickliche Sprachaktivität am Mobiltelefon kennzeichnet. Darüber hinaus kann der Sprachaktivitätsdetektor auch durch Überwachung des von dem Mikrofon gelieferten Signals eine Abschätzung des Signal-Geräuschabstands durchführen sowie ein entsprechendes weiteres Ausgangssignal bereitstellen.

Sowohl in dem Lautsprecherpfad als auch in dem Mikrofonpfad können Verstärkungsmittel mit einem variablen

Verstärkungsfaktor geschaltet sein, wobei der Verstärkungsfaktor jeweils automatisch in Abhängigkeit von dem den Signal-Geräuschabstand anzeigenden Ausgangssignal des Sprachaktivitätsdetektors eingestellt wird. Ebenso können in dem Mikrofonpfad Mittel zur Geräuschunterdrückung geschaltet sein, wobei der Grad der Geräuschunterdrückung ebenfalls in Abhängigkeit von dem den Signal-Geräuschabstand anzeigenden Ausgangssignal des Sprachaktivitätsdetektors eingestellt wird.

10

Die Echounterdrückungsmittel sowie die Enthaltungsmittel des Mobiltelefons werden von dem die augenblickliche Sprachaktivität bzw. den augenblicklichen Gesprächszustand anzeigenden Ausgangssignal des Sprachaktivitätsdetektors angesteuert. Die Echounterdrückungsmittel erzeugen davon abhängig ein Steuersignal, welches die von ihnen selbst realisierte Echounterdrückung abschätzt, so daß ein zusätzlich vorgesehenes Dämpfungsglied mit variablem Dämpfungsfaktor entsprechend in Abhängigkeit von dem Steuersignal eingestellt werden kann. Die Enthaltungsmittel schätzen durch Überwachung des von dem Mikrofon gelieferten Ausgangssignals die akustische Impulsantwort des Raums, in dem sich der Sprecher befindet, ab, falls das die augenblickliche Sprachaktivität anzeigende Ausgangssignal des Sprachaktivitätsdetektors ein Einzelgespräch anzeigt, bei dem der Sprecher sich am anderen (abgelegenen) Ende der Übertragungsstrecke befindet. Die dadurch gewonnene akustische Impulsantwort des Raumes kann für eine wirkungsvolle Entzerrung des von dem Mikrofon gelieferten Signals zur Enthaltung verwendet werden.

Den Decodier- und Empfangsmitteln des Mobiltelefons, die ein von einer Basisstation übertragenes Kommunikationssignal decodieren und dem Lautsprecher des Mobiltelefons zuführen, kann ein Dynamikregler nachgeschaltet sein, der dieses Eingangssignal komprimiert oder expandiert, um somit das Verhältnis des Spitzenstrombedarfs zum

- Durchschnittsstrombedarf des Mobiltelefons zu verringern und die Dimensionierung der Stromversorgung effizienter gestalten zu können. Darüber hinaus kann vor den Codier- und Sendemitteln des Mobiltelefons eine zusätzliche Einheit zur Geräuschunterdrückung geschaltet sein, welche von den beiden zuvor erwähnten Ausgangssignalen des Sprachaktivitätsdetektors angesteuert wird, um den Hörkomfort beim Freisprechbetrieb des Mobiltelefons zu verbessern.
- 10 Die vorliegende Erfindung liefert eine zielgerichtete Kombination verschiedener Komponenten zur Realisierung eines effektiven Freisprechbetriebs mit einem Mobiltelefon. Die vorliegende Erfindung ermöglicht eine Miniaturisierung der verwendeten Bauteile und beruht insbesondere auf einer
- 15 vollständigen digitalen Signalverarbeitungslösung, d. h. sämtliche Operationen werden durch eine digitale Signalverarbeitung ausgeführt. Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Echounterdrückung kann eine komfortable Konversation realisiert werden, während durch die Enthaltung
- 20 eine verbesserte Sprachverständlichkeit möglich ist.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert, wobei die einzige Figur ein vereinfachtes schematisches Blockschaltbild dieses bevorzugten Ausführungsbeispiels darstellt.

Die Luftschnittstelle des in Fig. 1 gezeigten Mobiltelefons umfaßt eine Empfangs- und Decodiereinheit 3, welche ein von einer Basisstation gesendetes Eingangssignal decodiert, sowie eine Sende- und Codiereinheit 4, die an eine Basisstation zu übertragende Signale codiert und überträgt. Die Empfangs- und Decodiereinheit 3 ist mit einem Lautsprecher 1 des Mobiltelefons gekoppelt, während ein Mikrofon 2 des Mobiltelefons über einen entsprechenden Signalpfad mit der Sende- und Codiereinheit 4 verbunden ist.

Für eine ausreichende Funktionalität des Lautsprechers ist es erforderlich, einen Lautsprecher 1 mit einer niedrigen elektrischen Impedanz, insbesondere einen Lautsprecher mit einer 8 Ohm-Hörkapsel, zu verwenden, um eine ausreichende akustische Leistung, welche im Bereich zwischen 0,5 und 1W liegen soll, zu erzielen. Im Empfangs- oder Handbetriebsmodus sollte das Frequenzansprechverhalten des GSM-Mobilfunkstandards eingehalten werden, so daß diesbezüglich vorgeschlagen wird, einen Lautsprecher 1 mit einer niedrigen akustischen Impedanz zu verwenden. Der Lautsprecher 1 sollte darüber hinaus zur Echo- oder Reflexionsdämpfung über eine möglichst geringe Eigenverzerrung verfügen.

Als Mikrofon 2 kann prinzipiell ein Kugel- oder Allrichtungsmikrofon sowie ein eindirektionales Mikrofon verwendet werden. Die experimentellen Ergebnisse haben jedoch gezeigt, daß die beste Leistung bei Verwendung eines eindirektionalen oder geräuschunterdrückenden Mikrofons erzielt werden kann. Dies hat allerdings für die mechanische Ausgestaltung des Mikrofons strengere Anforderungen zur Folge, was insbesondere für die Schallabdichtung der Schalleingänge des Mikrofons gilt.

Ein zentraler Bestandteil des in Fig. 1 gezeigten Mobiltelefons ist ein Sprachaktivitätsdetektor 5, der eine Sprachaktivität der Übertragungsstrecke erfaßt, an deren einen Ende das Mobiltelefon ist. Der Sprachaktivitätsdetektor 5 überwacht das von dem Mikrofon 2 gelieferte Ausgangssignal sowie das von der Empfangs- und Decodiereinheit 3 gelieferte Ausgangssignal und kann anhand der Energien dieser Signale feststellen, ob der ferne Teilnehmer, der nahe Teilnehmer oder beide Teilnehmer sprechen. Vor allem kann entschieden werden, ob es sich bei dem augenblicklichen Gespräch um ein Doppel- oder Zweiergespräch, bei dem das Mikrofonsignal Sprachinformationen von Sprechern an beiden Enden der Übertragungsstrecke enthält, oder ob es sich um ein

Einzelgespräch des fernen Teilnehmers handelt, bei dem das Mikrophonsignal eine Echo enthält.

5 Ebenso kann der Sprachaktivitätsdetektor 5 feststellen, daß
 5 augenblicklich überhaupt keine Sprachaktivität vorliegt. Der
 Sprachaktivitätsdetektor 5 liefert diese Entscheidung anhand
 der Auswertung von Schwellenwerten, welche an den
 augenblicklichen Geräuschpegel angepaßt werden, so daß eine
 zuverlässige Entscheidung sowohl bei ruhigen als auch lauten
 10 Umgebungsgeräuschen möglich ist. Mit dieser Anpassung der
 Schwellenwerte ist zudem eine Abschätzung des Störpegels
 sowie des Signal-Geräuschabstands verbunden. Der
 Sprachaktivitätsdetektor 5 liefert somit zwei Ausgangssignale
 VA und SNR, wobei das eine Ausgangssignal VA die
 15 augenblickliche Sprachaktivität kennzeichnet, während das
 andere Ausgangssignal SNR den Signal-Geräuschabstand (Signal-
 to-Noise-Ratio, SNR) bezeichnet.

Die Stromversorgung der in Fig. 1 gezeigten Bauteile muß im Zusammenhang mit dem gesamten Powermanagement-System des Mobiltelefons gesehen werden und hängt insbesondere von der Art der verwendeten Batterien bzw. Akkumulatoren (z. B. deren Versorgungsspannung und Innenwiderstand), der Art der verwendeten HF-Leistungsverstärker und der verwendeten Logik-Versorgungsspannung ab. Dabei besteht ein wesentliches Problem bei einem Freisprechbetrieb von Mobiltelefonen, die in zellularen Netzen betrieben werden, darin, daß die von dem Lautsprecher 1 abgegebene Schalleistung im Vergleich zum herkömmlichen Fall ohne Freisprechbetrieb höher sein muß. Andererseits besteht grundsätzlich bei batterieversorgten Produkten, wie beispielsweise im vorliegenden Fall bei Mobiltelefonen, das Bedürfnis nach einem möglichst geringen Energieverbrauch. Bekanntermaßen weisen insbesondere Sprachsignale aufgrund ihrer hohen Instabilität ein besonders hohes Verhältnis des Spitzenamplitudenwerts zum Durchschnittsamplitudenwert auf. Die Stromversorgung des Mobiltelefons muß daher in der Lage sein, einerseits das

Gerät während Perioden, in denen Sprachsignale mit Spitzenamplitudenwerten vorliegen, und andererseits im Durchschnitt mit einer deutlich niedrigeren Leistung zu betreiben.

5

Aus diesem Grunde ist bei dem in Fig. 1 gezeigten Mobiltelefon eine dynamische Steuerung des Sprachsignals durch eine entsprechende digitale Signalverarbeitung vorgesehen, ehe das Sprachsignal dem Lautsprecher 1 zugeführt wird. Dies hat den Vorteil, daß mit relativ einfachen Mitteln und geringem Aufwand sowie kostengünstig eine effizientere Dimensionierung der Stromversorgung erzielt werden kann.

Diese dynamische Steuerung der Sprachsignale hat zum Ziel, den Dynamikbereich der Audiosignale zu vergrößern bzw. zu verringern, ohne dabei wahrnehmbare Verzerrungen hinzuzufügen. Dabei wird ein Dynamikprozessor verwendet, der gewöhnlich aus mehreren Stufen besteht, nämlich aus einem Begrenzer, einem Kompressor, einem Expander und einem Rauschfilter. Es kann bspw. die Kombination aus einem Kompressor und einem (nicht gezeigten) Begrenzer gewählt werden, wenn das Ziel primär die Verringerung des Verhältnisses des Spitzenstrombedarfs zum Durchschnittstrombedarf und die Begrenzung der Spitzenleistung ist. Dabei wird hinsichtlich des Begrenzers eine eingangsgesteuerte, vorwärtsgekoppelte Begrenzerstruktur mit einem Verzögerungselement der servo-rückgekoppelten Struktur vorgezogen. Diese Struktur besitzt den Vorteil, daß Überschwinger am Ausgang des Begrenzers vollständig vermieden werden können und eine genau definierte Steuerung möglich ist. Bei einer blockweisen Sprachverarbeitung kann für das zuvor erwähnte Verzögerungselement eine geringe Verzögerungszeit gewählt werden. Die statische Kennlinie des Kompressors wird durch verschiedene Schwellenpunkte im logarithmischen Bereich definiert, wobei die logarithmischen bzw. exponentiellen Funktionen des Kompressors in Form von Nachschlagtabellen (Look-Up-Tables) implementiert sind.

Durch die Dynamikregelung in Form einer digitalen Signalverarbeitung können die Ansprech- und Freigabezeitkonstanten unabhängig voneinander gewählt werden. Dies wird in beiden Fällen durch die Verwendung von (exponentiellen) Filtern erster Ordnung erzielt. Die Spitzenwert- und Mittelwerterfassung wird derart kombiniert, daß isolierte Spitzenwerte mit einer relativ kurzen Freigabezeit verarbeitet werden, während die Freigabezeit für Signalperioden mit einem höheren durchschnittlichen Signalpegel erhöht werden. Durch diese Vorgehensweise kann eine unnötige Kompression sowie eine Verzerrung des Eingangssignals verhindert werden. Der Begrenzer muß jedoch für hohe durchschnittliche Signalpegel aktiv sein.

Dem in Fig. 1 gezeigten Dynamikregler 6 ist ein nichtlinearer Entzerrer 7 nach geschaltet. Da der Lautsprecher 1 nahe seiner Sättigung betrieben werden muß, nehmen die nichtlinearen Verzerrungen, wie beispielsweise harmonische Verzerrungen oder Intermodulationsverzerrungen, zu. Um diesen ungewünschten Effekt zu verringern, muß eine nichtlineare Verzerrung durchgeführt werden, wobei als Algorithmen hierzu beispielsweise Algorithmen verwendet werden können, die auf den in W. Frank, R. Reger, U. Appel, „Realtime Loudspeaker Linearization“, IEEE, Winterworkshop on Nonlinear Digital Signal Processing, Tampere, Finnland, 2.1 - 2.3, 1993, beschriebenen Algorithmen aufbauen.

Wie bereits zuvor erwähnt worden ist, ist ein mit dem Freisprechen bei Mobiltelefonen verbundenes Problem insbesondere die Tatsache, daß im Freisprechbetrieb eine größere Lautstärke des Lautsprechers 1 im Vergleich zum normalen Handbetrieb erforderlich ist. Ebenso ist im Freisprechbetrieb eine größere Empfindlichkeit des Mikrofons 2 erforderlich. Es wird daher vorgeschlagen, die Lautstärke des Lautsprechers 1 in Abhängigkeit von dem Störpegel der Umgebung des Mobiltelefons einzustellen. Dem Lautsprecher 1

- ist daher ein Leistungsverstärker 9 vorgeschaltet, der von einer automatischen Verstärkungsregelung 8 angesteuert wird. Die automatische Verstärkungsregelung 8 wird ihrerseits von dem SNR-Ausgangssignal der Spracherkennungseinheit 5 angesteuert, so daß die automatische Verstärkungsregelung 8 den Verstärkungsfaktor des Leistungsverstärkers 9 in Abhängigkeit von dem durch die Spracherkennungseinheit 5 abgeschätzten Signal-Geräuschabstand einstellen kann. Von größerer Bedeutung als die automatische Verstärkungsregelung 8 ist eine weitere automatische Verstärkungsregelung 10, welche mit dem Mikrofon 2 gekoppelt ist. Wegen der unterschiedlichen Entfernungen zwischen dem Sprecher und dem Mikrofon 2 schwankt der Signalpegel des von dem Mikrofon 2 aufgenommenen Mikrofonsignal in einem großen Bereich. Dieser Effekt muß durch den variablen Verstärkungsfaktor der automatischen Verstärkungsregelung 10 ausgeglichen werden. Auch die automatische Verstärkungsregelung 10 wird durch das SNR-Ausgangssignal der Spracherkennungseinheit 5 angesteuert.
- Ein weiterer wesentlicher Bestandteil des in Fig. 1 gezeigten Mobiltelefons ist eine Echounterdrückungseinheit 11, welche in dem Signalpfad zwischen dem Mikrofon 2 und der Sende- und Codiereinheit 4 geschaltet ist. Die Echounterdrückungseinheit 11 besitzt die Aufgabe, ein zwischen dem Lautsprecher 1 und dem Mikrofon 2 erzeugtes akustisches Echo zu eliminieren bzw. zu unterdrücken. Diesbezüglich sei beispielsweise auf die Veröffentlichung „Signal Processing“, Special Issue on Acoustic Echo Control, Vol. 27, No. 3, Juni 1992, verwiesen. Neben dem zwischen dem Lautsprecher 1 und dem Mikrofon 2 vorhandenen Echopfad kann wegen des hohen Signalpegels am Lautsprecher 1 und den daraus resultierenden Vibrationen ein weiterer Echopfad über das Gehäuse des Mobiltelefons führen. Abhängig von der Umgebung, in der das Mobiltelefon betrieben wird, kann die akustische Impulsantwort eine sehr lange Dauer besitzen. Um der damit verbundenen verringerten Leistung gerecht zu werden, kann eine explizite Dezimierung, wie sie beispielsweise in R.E. Crochiere und L. R. Rabiner, Multirate

Digital Signal Processing, Prentice-Hall, New Jersey, 1983, beschrieben ist, oder eine implizite Dezimierung, wie sie beispielsweise in W. Frank, I. Varga, „Implicit Decimation for FIR Systems and its Application to Acoustic Echo Cancellation“, International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Phoenix, Arizona, 1999, beschrieben ist, durchgeführt werden. Die Echounterdrückungseinheit 11 kann abhängig von dem VA-Ausgangssignal der Spracherkennungseinheit 5 abschätzen, inwieweit sie ein in dem von dem Mikrofon 2 aufgenommenen Signal enthaltenes Echo unterdrücken kann. Die Echounterdrückungseinheit 11 erzeugt demzufolge ein Ausgangssignal, welches eine Information über den Umfang der Echounterdrückung durch die Echounterdrückungseinheit 11 enthält (Echo Return Loss Enhancement, ERLE). Ein besonderes Problem ist die Unterscheidung zwischen einem Einzelgespräch, bei dem der Sprecher am anderen Ende der Übertragungsstrecke ist, und einem Doppelgespräch, d. h. die Entscheidung, ob das Mikrofonsignal lediglich das Echo eines Sprechers am anderen Ende der Übertragungsstrecke oder zusätzlich auch das Echo des Sprechers am diesseitigen Ende der Übertragungsstrecke enthält. Es müssen daher von dem Sprachaktivitätsdetektor 5 weitere Merkmale, beispielsweise die Kreuzkorrelation zwischen dem Mikrofonsignal und des ERLE-Ausgangssignals der Echounterdrückungseinheit 11, welches daher dem Sprachaktivitätsdetektor 5, wie Fig. 1 entnommen werden kann, zugeführt wird.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, ist vor die Sende- und Codiereinheit 4 ein Dämpfungsglied 14 mit einem variablen Dämpfungsfaktor geschaltet. Diesem Dämpfungsglied 14 werden sowohl das ERLE-Ausgangssignal der Echounterdrückungseinheit 11 als auch die VA- und SNR-Ausgangssignale der Spracherkennungseinheit 5 zugeführt, um davon abhängig den Dämpfungsfaktor einzustellen. Das Dämpfungsglied 14 dient dazu, das Mikrofonsignal zusätzlich abzdämpfen, falls die von der Echounterdrückungseinheit 11 durchgeführte

Echounterdrückung nicht ausreicht. Aus diesem Grunde wird das ERLE- und das SNR-Signal dem Dämpfungsglied 14 zugeführt, so daß mit abnehmender, durch die Echounterdrückungseinheit 11 realisierter Echounterdrückung der Dämpfungsfaktor des Dämpfungsglieds 14 erhöht werden kann. Bei einem niedrigen Signal-Geräuschabstand, welcher durch das SNR-Ausgangssignal des Sprachaktivitätsdetektors 5 angezeigt wird und gleichbedeutend mit einem hohen Störpegel ist, sollte der Dämpfungsfaktor des Dämpfungsglieds 14 reduziert werden, um eine starke Modulation des Störpegels zu verhindern. Das verbleibende Echo wird ohnehin durch das in dem Signal enthaltene Rauschen verdeckt.

Die von dem Mikrofon 2 des Mobiltelefons im Freisprechbetrieb aufgenommenen Sprachsignale enthalten gewöhnlicherweise starke Halleffekte, die durch Raumreflexionen verursacht werden. Durch das ungleichmäßige Amplitudenspektrum wird in kleinen Räumen lediglich eine bestimmte Geräuschverteilung wahrgenommen, während in großen Räumen frühe Reflexionen als Echo und späte Reflexionen als Halleffekt wahrgenommen werden. Das stereophonische Wahrnehmungsvermögen des menschlichen Gehörs ermöglicht eine gute Spracherkennung, falls sich der Hörer in dem Raum selbst befindet. Das stereophonische Wahrnehmungsvermögen kann jedoch dann nicht korrekt arbeiten, wenn ein in einem einzigen Kanal aufgenommenes und übertragenes Sprachsignal wahrgenommen wird. Zu diesem Zweck ist eine Enthüllungseinheit 12 vorgesehen, welche darauf abzielt, in diesen Situationen die Sprachverständlichkeit zu verbessern und einen komfortableren Freisprechbetrieb zu ermöglichen.

Die von der Enthüllungseinheit 12 durchgeführte Enthüllung basiert auf den Prinzipien der Dekonvolution oder Entzerrung, wie sie beispielsweise in S.T. Neely, J. B. Allen, „Invertibility of a Room Impulse Response“, J. Acoust. Soc. Am., Vol. 66, No. 1, Seiten 165-169, Juli 1979, beschrieben sind. Zur Aufbereitung von Sprachsignalen, die durch

Halleffekte verzerrt sind, wurden drei unterschiedliche Verfahren ausgearbeitet und experimentell untersucht. Der erste Ansatz umfaßt die Verwendung eines Mikrofonarrays und eines Nachbearbeitungsalgorithmus. In diesem Fall basiert die

5 Deconvolution darauf, daß die Korrelation zwischen den Impulsantworten jedes einzelnen Mikrofons für zeitlich späte Halleffekte niedrig ist. Bei dem zweiten Verfahren wird die Zeitspanne, in der von dem Sprachaktivitätsdetektor 5 ein Einzelgespräch mit einem Sprecher am anderen Ende der

10 Übertragungsstrecke festgestellt wird, ausgenutzt, um die Raum-Impulsantwort abzuschätzen. Die dadurch gewonnene Raumimpulsantwort wird dem Enthüllungsalgorithmus zugrunde gelegt. Aus diesem Grund ist bei der in Fig. 1 gezeigten Anordnung der Enthüllungseinheit 12 das VA-Ausgangssignal des

15 Sprachaktivitätsdetektors 5 zugeführt, um den Beginn und das Ende dieser Zeitspanne, in der ein Einzelgespräch mit einem Sprecher am anderen, abgelegenen Ende der Übertragungsstrecke geführt wird, festzustellen. Gemäß dem dritten Ansatz wird vorgeschlagen, das Deconvolutionproblem wie ein

20 Minimierungsproblem zu behandeln. Diese einzelnen Ansätze können miteinander kombiniert werden, wodurch zwar die Komplexität erhöht wird, gleichzeitig jedoch auch eine verbesserte Leistungsfähigkeit der Enthüllungseinheit 12 realisiert werden kann.

25

Zwischen der in Fig. 1 gezeigten Enthüllungseinheit 12 und dem Dämpfungsglied 14 ist eine Einheit 13 zur Geräuschunterdrückung vorgesehen. Ist der Sprecher weit vom Mikrofon 2 entfernt und besitzt somit der Verstärkungsfaktor

30 der automatischen Verstärkungsregelung 10 einen hohen Wert, wird auch das gesamte Umgebungsrauschen verstärkt. In diesem Fall ist empfehlenswert, das Rauschen zu verringern, um den Signal-Geräuschabstand zu verbessern, d. h. zu erhöhen. Zu diesem Zweck ist die Einheit 13 vorgesehen, deren

35 Geräuschunterdrückungsfaktor in Abhängigkeit von dem VA-Ausgangssignal und dem SNR-Ausgangssignal des Sprachaktivitätsdetektors 5 eingestellt wird. Dabei wird ein

verbessertes Spektralsubtraktionsverfahren angewendet, wobei im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren, bei denen nur die Signalamplituden verändert werden, sowohl die Amplituden als auch die Phasen des Signals verändert werden. Des weiteren
5 kann durch eine entsprechende Nachbearbeitung die Unterdrückung von typischen Störungen, die "music tones" genannt werden, erzielt werden.

Die zuvor anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels
10 ausführlich beschriebene Erfindung beruht auf der zielgerichteten Kombination verschiedener Komponenten, um einen effektiven Freisprechbetrieb mit dem entsprechenden Mobiltelefon zur realisieren. Dabei sind an dieser Stelle insbesondere die Echounterdrückungseinheit 11, die auch zur
15 Unterdrückung des Körperschallechos eingesetzt werden kann, und die Enthallungseinheit 12 zu nennen. Mit Hilfe des Sprachaktivitätsdetektor 5 und der Geräuschunterdrückungseinheit 13 kann die Leistungsfähigkeit des Mobiltelefons hinsichtlich des Freisprechbetriebs weiter
20 verbessert werden. Darüber hinaus kann das Powermanagement des Mobiltelefons durch die von dem Dynamikprozessor 6 realisierte Dynamikregelung eines Eingangssignals des Mobiltelefons und durch die Funktion des Entzerrers 7 optimiert werden. Die der vorliegenden Erfindung
25 zugrundeliegende Lösung basiert vollständig auf digitaler Signalverarbeitung.

Patentansprüche

1. Mobiltelefon mit integrierter Freisprechfunktion,
mit einem Mikrofon (2), um von dem Mikrofon (2) aufgenommene
5 akustische Signale in entsprechende elektrische Signale
umzusetzen,
mit Sende- und Codiermitteln (4) zum Codieren der von dem
Mikrofon gelieferten Signale und zum Übertragen der codierten
Signale an eine Basisstation,
10 mit Empfangs- und Decodiermitteln (3) zum Empfangen von
codierten Signalen von einer Basisstation und zum Decodieren
der empfangenen Signale, und
mit einem Lautsprecher (1), um die decodierten Signale in
entsprechende akustische Signale umzusetzen,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß Echounterdrückungsmittel (11) zur Unterdrückung eines in
dem Signal des Mikrofons (2) enthaltenen Echoeffekt
vorgesehen sind.
- 20 2. Mobiltelefon nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß zwischen das Mikrofon (2) und die Sende- und Codiermittel
(4) Enthaltungsmittel (12) zur Unterdrückung von in dem
Signal des Mikrofons (2) enthaltenen Halleffekten geschaltet
25 sind.
3. Mobiltelefon nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Lautsprecher (1) eine niedrige elektrische Impedanz
30 im Bereich von 8 Ohm aufweist.
4. Mobiltelefon nach Anspruch 1, 2 oder 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Lautsprecher (1) eine niedrige akustische Impedanz
35 aufweist.
5. Mobiltelefon nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

15

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß das Mikrofon (2) ein eindirektionales Mikrofon ist.

6. Mobiltelefon nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß mit dem Mikrofon (2) ein Sprachaktivitätsdetektor (5) zur
Erkennung des Zustands eines mit dem Mobiltelefon geführten
Gespräch in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal des Mikrofons
(2) und/oder dem decodierten Signal verbunden ist, und
10 daß die Echounterdrückungsmittel (11) und die
Enthaltungsmittel (12) in Abhängigkeit von einem
Ausgangssignal (VA) des Sprachaktivitätsdetektors (5),
welches den Zustand des augenblicklich mit dem Mobiltelefon
geführten Gesprächs anzeigt, angesteuert werden.

15

7. Mobiltelefon nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Sprachaktivitätsdetektor (5) das Ausgangssignal des
Mikrofons (2) überwacht und davon abhängig ihr Ausgangssignal
20 (VA) erzeugt, welches anzeigt, ob mit dem Mobiltelefon
augenblicklich ein Doppelgespräch mit Sprechern an beiden
Enden der Übertragungsstrecke, ein Einzelgespräch mit einem
Sprecher am diesseitigen Ende der Übertragungsstrecke, ein
Einzelgespräch mit einem Sprecher am anderen, abgelegenen
25 Ende der Übertragungsstrecke oder überhaupt kein Gespräch
geführt wird.

8. Mobiltelefon nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
30 daß der Sprachaktivitätsdetektor (5) den Gesprächszustand
anhand von Schwellenwerten beurteilt, welche an den
augenblicklichen Geräuschpegel des Ausgangssignals des
Mikrofons (2) angepaßt werden.

35 9. Mobiltelefon nach Anspruch 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Sprachaktivitätsdetektor (5) ein weiteres

Ausgangssignal (SNR) erzeugt, welches den Signal-Geräuschabstand des Ausgangssignals des Mikrofons (2) anzeigt.

5 10. Mobiltelefon nach Anspruch 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Lautsprecher (1) mit Verstärkungsmitteln (8, 9)
gekoppelt ist, deren Verstärkungsfaktor in Abhängigkeit von
dem weiteren Ausgangssignal (SNR) des
10 Sprachaktivitätsdetektors (5) eingestellt wird.

11. Mobiltelefon nach Anspruch 9 oder 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß mit dem Mikrofon (2) Verstärkungsmittel (10) gekoppelt
15 sind, um das Ausgangssignal des Mikrofons (2) mit einem
variablen Verstärkungsfaktor zu verstärken, wobei der
variable Verstärkungsfaktor in Abhängigkeit von dem weiteren
Ausgangssignal (SNR) des Sprachaktivitätsdetektors (5)
eingestellt wird.

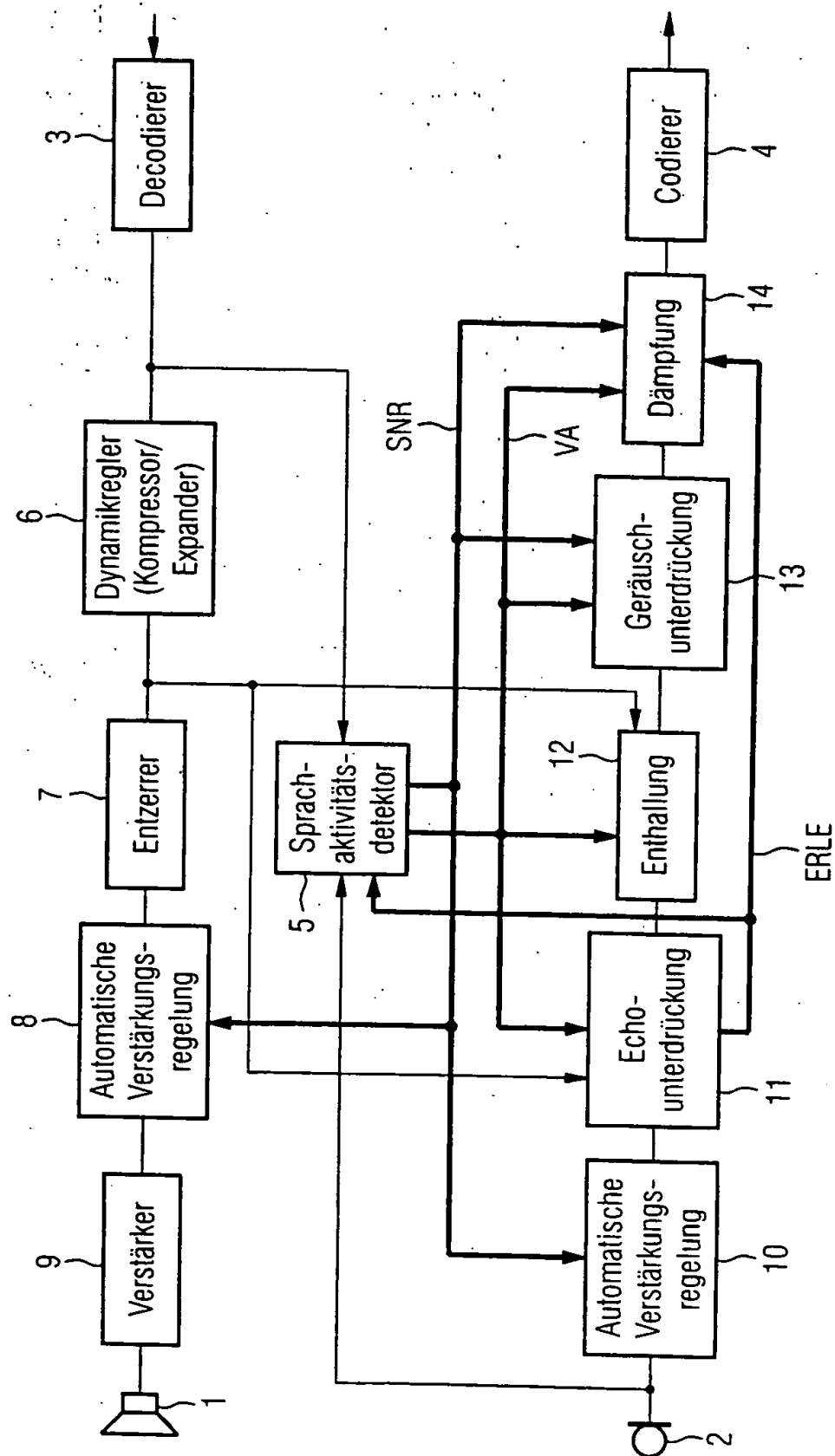
20 12. Mobiltelefon nach einem der Ansprüche 9 - 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß vor die Sende- und Codiermittel (4) Mittel (13) zur
Geräuschunterdrückung geschaltet sind, deren
25 Geräuschunterdrückungsfaktor in Abhängigkeit von dem weiteren
Ausgangssignal (SNR) derart automatisch eingestellt wird, daß
er mit abnehmendem Signal-Rauschabstand zunimmt.

13. Mobiltelefon nach Anspruch 12,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Echounterdrückungsmittel (11) ein Ausgangssignal
(ERLE) erzeugen, welches die von den
Echounterdrückungsmitteln (11) realisierte Echounterdrückung
anzeigt, und
35 daß vor die Sende- und Codiermittel (4) ein Dämpfungsglied
(14) mit einem variablen Dämpfungsfaktor geschaltet ist,
wobei der variable Dämpfungsfaktor in Abhängigkeit von dem

weiteren Ausgangssignal (SNR) des Sprachaktivitätsdetektors (5) eingestellt und an das Ausgangssignal (ERLE) der Echounterdrückungsmittel (11) angepaßt wird.

- 5 14. Mobiltelefon nach Anspruch 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der variable Dämpfungsfaktor des Dämpfungsglieds (14) mit
abnehmender Echounterdrückung durch die
Echounterdrückungsmittel (11) erhöht wird, und
10 daß der variable Dämpfungsfaktor des Dämpfungsglieds (14) bei
einem durch das weitere Ausgangssignal (SNR) des
Sprachaktivitätsdetektors (5) angezeigten niedrigen Signal-
Rauschabstand reduziert wird.
- 15 15. Mobiltelefon nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß zwischen den Empfangs- und Decodiermitteln (3) und dem
Lautsprecher (1) ein Dynamikregler (6) zum Komprimieren
und/oder Expandieren der von den Empfangs- und
20 Decodiermitteln (3) ausgegebenen Signale angeordnet ist.
16. Mobiltelefon nach Anspruch 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Dynamikregler (6) einen Kompressor, einen Expander
25 und/oder eine eingangsgesteuerte Begrenzerschaltung umfaßt.
17. Mobiltelefon nach Anspruch 15 oder 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß dem Dynamikregler (6) ein nichtlinearer Entzerrer (7)
30 nachgeschaltet ist.
18. Mobiltelefon nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß den Enthaltungsmitteln (12) das Ausgangssignal (VA) des
35 Sprachaktivitätsdetektors (5) zugeführt ist, und
daß die Enthaltungsmittel (12) derart ausgestaltet sind, daß
sie die akustische Impulsantwort des Raums, in dem sich der

- Sprecher befindet, durch Überwachung des Ausgangssignals des Mikrofons (2) abschätzen, falls das Ausgangssignal (VA) des Sprachaktivitätsdetektors (5) ein Einzelgespräch mit einem Sprecher am anderen Ende der Übertragungsstrecke anzeigt,
- 5 wobei die Enthaltungsmittel (12) die somit gewonnene akustische Impulsantwort anschließend der Enthaltung des Ausgangssignals des Mikrofons (2) zugrunde legen.



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Oktober 2000 (12.10.2000)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/60830 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04M 9/08

(72) Erfinder; und

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00620

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VARGA, Imre
[HU/DE]: Kandinskystr. 24, D-81477 München (DE).
FRANK, Walter [DE/DE]: Gustav-Freytag-Str. 10,
D-85521 Ottobrunn (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. März 2000 (01.03.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München
(DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, HU, US.

(30) Angaben zur Priorität:
199 14 492.3 30. März 1999 (30.03.1999) DE

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).

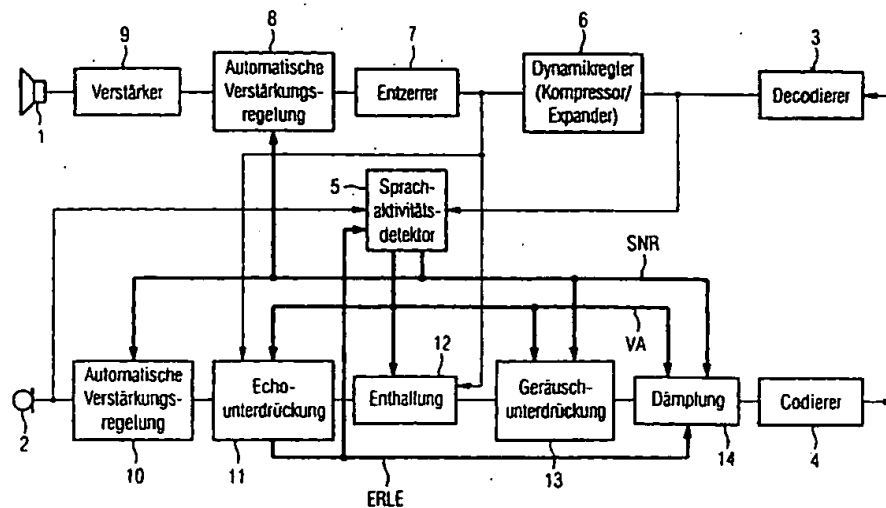
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MOBILE TELEPHONE

(54) Bezeichnung: MOBILTELEFON



- | | | | |
|------|---|----|-------------------|
| 9 | AMPLIFIER | 11 | ECHO CANCELLATION |
| 8/10 | AUTOMATIC VOLUME CONTROL | 12 | DEREVERBERATION |
| 7 | EQUALIZER | 13 | NOISE SUPPRESSION |
| 6 | DYNAMIC CONTROLLER(COMPRESSOR/EXPANDER) | 14 | DAMPING |
| 3 | DECODER | 4 | ENCODER |
| 5 | SPEECH ACTIVITY DETECTOR | | |

(57) Abstract: The invention relates to a mobile telephone which so as to permit hands-free operation comprises means (11) for echo cancellation and means (12) for the dereverberation of the signal supplied by a microphone (2) of the mobile telephone. The targeted combining of different components, which can, for example, include units for voice recognition (5), automatic volume control (8, 10) and noise suppression (13, 14), permits efficient hands-free operation. Energy consumption can be minimized through the use of a dynamic compressor (6).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts:

2. August 2001

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) Zusammenfassung: Mobiltelefon, wobei zur Realisierung eines Freisprechbetriebs Mittel (11) zur Echounterdrückung und Mittel (12) zur Enthaltung des von einem Mikrofon (2) des Mobiltelefons gelieferten Signals vorgesehen sind. Durch die zielgerichtete Kombination verschiedener Komponenten, wobei beispielsweise auch Einheiten zur Spracherkennung (5), zur automatischen Verstärkungsregelung (8, 10) und zur Geräuschunterdrückung (13, 14) vorgesehen sein können, wird ein effizienter Freisprechbetrieb ermöglicht. Durch den Einsatz eines dynamischen Kompressors (6) kann der Energieverbrauch minimiert werden.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Appl. No.
PCT/DE 00/00620

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04M9/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | EP 0 515 242 A (TELECOMMUNICATIONS SA) 25 November 1992 (1992-11-25) column 5, line 34 -column 6, line 16 | 1,3-5,15 |
| A | EP 0 797 339 A (ALSTHOM CGE ALCATEL) 24 September 1997 (1997-09-24) page 4, line 5 -page 5, line 38 | 15 |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 February 2001

Date of mailing of the international search report

20/02/2001

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Iulis, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/00620

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0515242 A | 25-11-1992 | FR 2676881 A | 27-11-1992 |
| EP 0797339 A | 24-09-1997 | DE 19611548 A | 25-09-1997 |
| | | JP 10056687 A | 24-02-1998 |
| | | US 5909489 A | 01-06-1999 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Im **nationales Aktenzeichen**

PCT/DE 00/00620

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04M9/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | EP 0 515 242 A (TELECOMMUNICATIONS SA) 25. November 1992 (1992-11-25) Spalte 5, Zeile 34 - Spalte 6, Zeile 16 | 1,3-5,15 |
| A | EP 0 797 339 A (ALSTHOM CGE ALCATEL) 24. September 1997 (1997-09-24) Seite 4, Zeile 5 - Seite 5, Zeile 38 | 15 |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Februar 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/02/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Iulius, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/00620

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0515242 A | 25-11-1992 | FR 2676881 A | 27-11-1992 |
| EP 0797339 A | 24-09-1997 | DE 19611548 A | 25-09-1997 |
| | | JP 10056687 A | 24-02-1998 |
| | | US 5909489 A | 01-06-1999 |

Description

Mobile Telephone

The present invention concerns a mobile telephone, particularly a mobile telephone that enables a user to engage in handsfree talking.

Currently known solutions for mobile telephones, which are operated essentially in cellular networks, are based entirely on digital signal processing (DSP). However, these standard DSP solutions have not heretofore allowed the user handsfree operation. This is due, among other things, to the fact that handsfree talking is associated with several problems that cannot readily be eliminated in the case of mobile phones. These problems relate, for example, to power management inside the mobile phone, since, among other things, during handsfree talking a higher volume is needed for the loudspeaker than in the case of hands-on operation, and it is necessary to overcome the echo and reverberation that occur during handsfree talking.

The object of the present invention is, therefore, to create a mobile telephone that permits handsfree operation, said proposed mobile telephone being intended in particular to render feasible a solution that is based entirely on digital signal processing.

This object is achieved according to the present invention by means of a mobile telephone having the features of Claim 1. The dependent claims describe preferred and advantageous embodiments of the present invention, which for their part help to improve the characteristics of handsfree operation and to support digital signal processing.

The mobile telephone according to the invention comprises, in the signal path between the microphone and the transmitting and encoding means, which transmit the communication information in encoded form to a base station, echo suppression means that process the electrical signal supplied by the microphone in such fashion that an echo effect picked up by the microphone is largely eliminated, together with dereverberation means that process the signal supplied by the microphone in such fashion that a reverberation effect picked up by the microphone is suppressed.

The loudspeaker used is preferably one possessing a low electrical impedance, particularly in the range of 8-ohm, and a low acoustical impedance. The microphone is advantageously a unidirectional microphone or a microphone that has noise suppression.

The mobile telephone advantageously comprises a speech activity detector, which monitors and analyzes the signal supplied by the microphone and the loudspeaker signals and from them draws conclusions as to the status of a conversation being conducted on the mobile phone. For instance, by analyzing the signal energies, the speech activity detector can recognize whether the remote subscriber, the local subscriber or both subscribers are talking. The speech activity detector also recognizes when no communication information at all is being exchanged instantaneously over the mobile phone. This speech activity detector generates an output signal that identifies the instantaneous speech activity on the mobile phone. In addition, by monitoring the signal supplied by the microphone, the speech activity detector can also estimate the signal-to-noise ratio and hold a corresponding additional output signal in readiness.

Amplification means with a variable amplification factor can be connected in both the loudspeaker path and the microphone path, the respective amplification factors being adjusted automatically in dependence on the output signal from the speech activity detector that indicates the signal-to-noise ratio. Noise suppression means can also be connected in the microphone path, the degree of noise suppression also being adjusted in dependence on the speech output signal from the activity detector that indicates the signal-to-noise ratio.

The echo suppression means and the dereverberation means of the mobile telephone are driven by the output signal from the speech activity detector that indicates the instantaneous speech activity and the instantaneous conversation status. In dependence on these signals, the echo suppression means generate a control signal that estimates the echo suppression performed by said means themselves, so that an additionally provided attenuator with a variable attenuation factor can be adjusted accordingly, as a function of the control signal. By monitoring the output signal supplied by the microphone, the dereverberation means estimate the acoustic impulse response of the room in which the speaker is located in cases where the output signal from the speech activity detector that indicates the instantaneous speech activity indicates a one-way conversation in which the speaker is located at the

other (remote) end of the transmission path. The thus-obtained acoustic impulse response of the room can be used to effect dereverberation, for efficient equalization of the signal supplied by the microphone.

Downstream of the decoding and receiving means of the mobile telephone, which decode a communication signal transmitted by a base station and deliver it to the loudspeaker of the mobile telephone, there can be connected a dynamic controller that compresses or expands this input signal in order thereby to reduce the ratio of peak to average current demand of the mobile phone and permit more efficient dimensioning of the power supply. In addition, upstream of the encoding and transmitting means of the mobile phone there can be connected an additional unit for noise suppression, driven by the two aforementioned output signals of the speech activity detector, in order to improve listening comfort during handsfree operation of the mobile phone.

The present invention provides a goal-oriented combination of various components to achieve effective handsfree operation with a mobile telephone. The invention permits miniaturization of the components used, and is based in particular on a completely digital signal processing solution, i.e., all operations are executed by digital signal processing. The proposed echo suppression according to the invention makes for comfortable conversation, while speech intelligibility is improved by the dereverberation.

The present invention is described in more detail hereinbelow on the basis of a preferred embodiment with reference to the appended drawing, in which the sole figure is a simplified schematic block circuit diagram of a preferred exemplary embodiment.

The air interface of the mobile telephone illustrated in Fig. 1 comprises a receiving and decoding unit 3, which decodes an input signal transmitted by a base station, and a transmitting and encoding unit 4, which encodes and transmits the signals to be transmitted to a base station. Receiving and decoding unit 3 is coupled to a loudspeaker 1 of the mobile telephone, while a microphone 2 of the mobile telephone is connected to transmitting and encoding unit 4 via a corresponding signal path.

For the loudspeaker to have adequate functionality, it is necessary to use a loudspeaker 1 that has a low electrical impedance, particularly a loudspeaker with an 8-ohm receiver, in order to attain

sufficient acoustical power, which should be in the range of 0.5 to 1 W. In receive mode or hands-on operating mode it is necessary to adhere to the frequency response characteristic of the GSM mobile radio standard, and it is therefore proposed in this regard to use a loudspeaker 1 with low acoustical impedance. In addition, for purposes of echo or reflection attenuation, the loudspeaker 1 should also have the lowest possible inherent distortion.

The microphone 2 used can basically be a nondirectional, omnidirectional or unidirectional microphone. However, experimental results have shown that the best performance can be achieved with the use of a unidirectional or noise-suppressing microphone. This does, of course, make for more stringent requirements as to the mechanical construction of the microphone, especially in regard to the acoustic sealing of its audio inputs.

A central component of the mobile telephone depicted in Fig. 1 is a speech activity detector 5, which detects speech activity on the transmission path at the end of which the mobile telephone is located. Speech activity detector 5 monitors the output signal supplied by microphone 2 and the output signal supplied by receiving and decoding unit 3, and can determine from the energies of these signals whether the remote subscriber, the local subscriber or both subscribers are talking. Above all, a decision can be made as to whether the instantaneous conversation is a two-way or double conversation, in which the microphone signal contains speech information from speakers at both ends of the transmission path, or whether it is a one-way conversation on the part of the remote subscriber in which the microphone signal contains an echo.

Speech activity detector 5 can also determine that no speech activity at all is present at a given instant. The speech activity detector 5 reaches this decision based on an analysis of threshold values adapted to the instantaneous noise level, and thus a reliable decision can be made in the presence of both quiet and loud environmental noise. This adaptation of the threshold values is also associated with an estimate of the noise level and the signal-to-noise ratio. Thus, speech activity detector 5 supplies two output signals VA and SNR, the one output signal VA characterizing the instantaneous speech activity, while the other output signal SNR indicates the signal-to-noise ratio (SNR).

The power supply for the components illustrated in Fig. 1 must be considered in the context of the overall power management system of the mobile phone, and depends in particular on the types of

batteries or accumulators used (e.g. their supply voltage and internal resistance), the type of HF power amplifier used, and the logic supply voltage used. In this connection, a major problem with the handsfree operation of mobile telephones operated in cellular networks is that the sound output delivered by the loudspeaker 1 must be higher than in the conventional case, without handsfree operation. On the other hand, with battery-powered products, as, for example, in the present case of mobile telephones, there is basically a need for energy consumption to be as low as possible. As is known, speech signals, in particular, due to their high instability, exhibit an especially high peak-to-average-amplitude ratio. The power supply of the mobile phone must therefore be capable, on the one hand, of powering the device for periods during which speech signals having peak amplitude values are present, and on the other hand, to operate it at a much lower power, on the average.

For this reason, with respect to the mobile telephone shown in Fig. 1, dynamic control of the speech signal by suitable digital signal processing is provided before the speech signal is delivered to the loudspeaker 1. This has the advantage that more efficient dimensioning of the power supply can be achieved with relatively simple means, with little effort and at low cost.

The purpose of this dynamic control of speech signals is to increase or decrease the dynamic range of the audio signals without thereby adding any perceptible distortion. This task is performed by a dynamic processor, which is usually composed of several stages, specifically a limiter, a compressor, an expander and a noise filter. For example, the combination of a compressor and a limiter (not shown) can be selected if the primary goal is to reduce the ratio of peak to average power demand and to limit peak output. With regard to the limiter, the preferred solution is an input-controlled, forward-coupled limiter structure with a delay element having a servo feedback structure. This structure has the advantage of completely preventing overshoots at the output of the limiter and permitting precisely defined control. With block-by-block speech processing, a very small delay time can be selected for the aforementioned delay element. The statistical characteristic curve of the compressor is defined by various threshold points in the logarithmic region, the logarithmic or exponential functions of the compressor being implemented in the form of look-up tables.

Dynamic control in the form of digital signal processing enables the response and release time constants to be selected independently of one other. This is achieved in both cases through the use of first-order (exponential) filters. Peak-value and average-value detection are combined in such a way

that isolated peak values are processed with a relatively short release time, while the release time for signal periods having a higher average signal level are [sic] increased. This approach prevents unnecessary compression and any distortion of the input signal. The limiter must be active for high average signal levels, however.

Connected after the dynamic controller 6 shown in Fig. 1 is a nonlinear equalizer 7. Since the loudspeaker 1 has to be operated near saturation, there is an increase in nonlinear distortion such as harmonic or intermodulation distortion. To reduce this undesired effect, nonlinear distortion¹ must be performed, the algorithms used for this purpose being constructed, for example, on the basis of those described in W. Frank, R. Reger and U. Appel, "Realtime loudspeaker linearization," IEEE Winter Workshop on Nonlinear Digital Signal Processing, Tampere, Finland, January 2-3, 1993.

As noted hereinabove, one problem associated with handsfree talking on mobile phones is, in particular, that the loudspeaker 1 must have a higher volume in handsfree operation than in normal hands-on operation. The sensitivity of the microphone 2 must also be higher for handsfree operation. It is therefore proposed to adjust the volume of the loudspeaker 1 in dependence on the noise level of the environment of the mobile phone. Hence, connected ahead of loudspeaker 1 is a power amplifier 9 driven by an automatic gain control 8. Said automatic gain control 8 is driven in turn by the SNR output signal of speech recognition unit 5, thus enabling the automatic gain control 8 to adjust the amplification factor of power amplifier 9 as a function of the signal-to-noise ratio estimated by speech recognition unit 5. More important than automatic gain control 8 is a further automatic gain control 10 coupled to microphone 2. Because the distance between the speaker and the microphone 2 varies, the signal level of the microphone signal picked up from microphone 2 fluctuates widely. This effect must be compensated for by the variable amplification factor of automatic gain control 10. Automatic gain control 10 is also driven by the SNR output signal of speech recognition unit 5.

A further essential component of the mobile telephone illustrated in Fig. 1 is an echo suppression unit 11, which is connected in the signal path between microphone 2 and transmitting and encoding unit 4. Said echo suppression unit 11 has the task of eliminating or suppressing any acoustic echo generated between loudspeaker 1 and microphone 2. On this count, reference may be made to the

¹TRANSLATOR'S NOTE: Sic. The German *nichtlineare Verzerrung* is presumably an error for *nichtlineare Entzerrung*, nonlinear equalization.

publication "Signal Processing," Special Issue on Acoustic Echo Control², Vol. 27, No. 3, June 1992. In addition to the echo path existing between loudspeaker 1 and microphone 2, a further echo path caused by the high signal level at loudspeaker 1 and the resulting vibrations can lead through the housing of the mobile phone. The acoustic impulse response can be of very long duration, depending on the environment in which the mobile phone is being operated. The associated decrease in output can be dealt with by performing explicit decimation, as described, for example, in R.E. Crochiere and L.R. Rabiner, *Multirate Digital Signal Processing*, Prentice-Hall, New Jersey, 1983, or implicit decimation, as described, for example, in W. Frank and I. Varga, "Implicit decimation for FIR systems and its application to acoustic echo cancellation," International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, Phoenix, Arizona, 1999. Based on the VA output signal of speech recognition unit 5, echo suppression unit 11 can estimate the extent to which it is able to suppress an echo present in the signal picked up from microphone 2. Echo suppression unit 11 generates on this basis an output signal that contains information concerning the extent of the echo suppression performed by echo suppression unit 11 (Echo Return Loss Enhancement, ERLE). A particular problem is that of differentiating between a one-way conversation in which the speaker is at the other end of the transmission path and a two-way conversation, i.e., deciding whether the microphone signal merely contains the echo of a speaker at the other end of the transmission path, or also contains the echo of the speaker at this end of the transmission path. Speech activity detector 5 must therefore [verb missing] additional characteristics, for example the cross-correlation between the microphone signal and the ERLE output signal of echo suppression unit 11, which is therefore supplied to speech activity detector 5, as can be seen [from] Fig. 1.

As shown in Fig. 1, connected before transmission and encoding unit 4 is an attenuator 14 with a variable attenuation factor. Both the ERLE output signal of echo suppression unit 11 and the VA and SNR output signals of speech recognition unit 5 are supplied to this attenuator 14, so that the attenuating factor can be adjusted as a function of these signals. Attenuator 14 serves to provide additional attenuation of the microphone signal should the echo suppression performed by echo suppression unit 11 be insufficient. For this reason, the ERLE and SNR signals are delivered to the attenuator 14, so that as the echo suppression performed by echo suppression unit 11 decreases, the attenuation factor of attenuator 14 can be increased. When the signal-to-noise ratio indicated by the SNR output signal of speech activity detector 5 is low, which is synonymous with a high noise level,

²TRANSLATOR'S NOTE: Punctuation as given in the German original.

the attenuation factor of attenuator 14 should be reduced to prevent strong modulation of the noise level. The residual echo will in any case be masked by the noise present in the signal.

The speech signals picked up by the microphone 2 of the mobile phone during handsfree operation usually contain strong reverberation effects caused by room reflection. Owing to the nonuniform amplitude spectrum, only a specific noise distribution is perceived in small rooms, whereas in large rooms early reflections are perceived as echo and late reflections as reverberation. The stereophonic perception capability of human hearing makes for good speech recognition if the listener himself is in the room. Stereophonic perception cannot work properly, however, in the case of a speech signal picked up and transmitted on a single channel. Consequently, a dereverberation unit 12 is provided, which tends to improve speech intelligibility and make for more comfortable handsfree operation in these situations.

The dereverberation performed by dereverberation unit 12 is based on the principles of deconvolution or equalization, as described, for example, in S.T. Neely and J.B. Allen, "Invertibility of a room impulse response," *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 66, No. 1 (July 1979), pp. 165-169. Three methods of conditioning speech signals that are distorted by reverberation effects were developed and studied experimentally. The first approach includes the use of a microphone array and a postprocessing algorithm. In this case, the deconvolution is based on the fact that the correlation between the impulse responses of each individual microphone is low for temporally late reverberation effects. In the second method, the time interval during which a one-way conversation with a speaker at the other end of the transmission path is detected by the speech activity detector 5 is utilized to estimate the room impulse response. The room impulse response so obtained serves as the basis for the dereverberation algorithm. For this reason, in the arrangement shown in Fig. 1 the VA output signal of speech activity detector 5 is supplied to the dereverberation unit 12 in order to determine the beginning and end of this time interval during which a one-way conversation is being conducted with a speaker at the other, remote end of the transmission path. In the third approach, it is proposed to treat the deconvolution problem as a minimization problem. These individual approaches can be combined with each other, which does increase the complexity, but at the same time makes it possible to improve the efficiency of the dereverberation unit 12.

Provided between the dereverberation unit 12 and the attenuator 14 shown in Fig. 1 is a unit 13 to effect noise suppression. If the speaker is far from microphone 2 and the amplification factor of automatic gain control 10 therefore has a high value, all the environmental noise is also amplified. In this case, it is advisable to decrease the noise in order to improve, i.e. increase, the signal-to-noise ratio. Provided for this purpose is unit 13, whose noise suppression factor is adjusted in dependence on the VA output signal and the SNR output signal of speech activity detector 5. An improved spectral subtraction method is used, although in contrast to conventional methods, where only the signal amplitudes are varied, here both the amplitudes and the phases of the signals are varied. In addition, typical noise, known as "music tones," can also be suppressed by suitable postprocessing.

The invention described in detail hereinabove with reference to a preferred embodiment is based on the goal-oriented combining of various components to achieve effective handsfree operation with the mobile telephone concerned. Especially noteworthy in this connection are echo suppression unit 11, which can also be used to suppress impact-noise echo, and dereverberation unit 12. The performance of the mobile phone during handsfree operation can be further improved by the use of speech activity detector 5 and noise suppression unit 13. In addition, the power management of the mobile telephone can be optimized by the dynamic control of an input signal of the mobile telephone, performed by dynamic processor 6, and by the operation of equalizer 7. The solution underlying the present invention is based entirely on digital signal processing.

Claims

1. A mobile telephone possessing an integrated handsfree function and comprising a microphone (2) to convert the audio signals picked up by said microphone (2) into corresponding electrical signals, transmitting and encoding means (4) to encode the signals supplied by said microphone and transmit the encoded signals to a base station, receiving and decoding means (3) to receive encoded signals from a base station and decode the received signals, and a loudspeaker (1) to convert the decoded signals into corresponding audio signals, characterized in that echo suppression means (11) are provided for suppressing an echo effect present in the signal from said microphone (2).

2. The mobile telephone as recited in claim 1, characterized in that connected between said microphone (2) and said transmitting and decoding means (4) are dereverberation means (12) for suppressing reverberation effects present in said signal from said microphone (2).

3. The mobile telephone as recited in claim 1 or 2, characterized in that said loudspeaker (1) has a low electrical impedance in the range of 8-ohm.

4. The mobile telephone as recited in claims 1, 2 or 3, characterized in that said loudspeaker (1) has a low acoustical impedance.

5. The mobile telephone as recited in one of the preceding claims, characterized in that said microphone (2) is a unidirectional microphone.

6. The mobile telephone as recited in one of the preceding claims, characterized in that connected to said microphone (2) is a speech activity detector (5) for recognizing the status of a conversation being conducted with said mobile telephone in dependence on the output signal of said microphone (2) and/or the decoded signal, and in that said echo suppression means (11) and said dereverberation means (12) are driven in dependence on an output signal (VA) of said speech activity detector (5) that indicates the status of the conversation being conducted instantaneously with said mobile telephone.

7. The mobile telephone as recited in claim 6, characterized in that said speech activity detector (5) monitors the output signal of said microphone (2) and generates in dependence thereon its output signal (VA), which indicates whether said mobile telephone is being used instantaneously for a two-way conversation with speakers at both ends of the transmission path, a one-way conversation with one speaker at this end of the transmission path, a one-way conversation with one speaker at the other, remote end of the transmission path, or no conversation whatsoever.

8. The mobile telephone as recited in claim 7, characterized in that said speech activity detector (5) evaluates the conversation status on the basis of threshold values that are adapted to the instantaneous noise level of said output signal of said microphone (2).

9. The mobile telephone as recited in claim 8, characterized in that said speech activity detector (5) generates a further output signal (SNR) that indicates the signal-to-noise ratio of said output signal of said microphone (2).

10. The mobile telephone as recited in claim 9,
characterized in that

said loudspeaker (1) is coupled to amplification means (8, 9) whose respective amplification factors are adjusted in dependence on said further output signal (SNR) of said speech activity detector (5).

11. The mobile telephone as recited in claim 9 or 10,
characterized in that

coupled to said microphone (2) are amplification means (10) to amplify said output signal of said microphone (2) by means of a variable amplification factor, said variable amplification factor being adjusted in dependence on said further output signal (SNR) of said speech activity detector (5).

12. The mobile telephone as recited in one of claims 9 to 11,
characterized in that

connected before said transmitting and encoding means (4) are means (13) to effect noise suppression, whose noise suppression factor is adjusted automatically in dependence on said further output signal (SNR) in such fashion that it increases as the signal-to-noise ratio decreases.

13. The mobile telephone as recited in claim 12,
characterized in that

said echo suppression means (11) generate an output signal (ERLE) that indicates the echo suppression being performed by said echo suppression means (11), and
in that connected before said transmitting and encoding means (4) is an attenuator (14) having a variable attenuation factor, said variable attenuation factor being adjusted in dependence on said further output signal (SNR) of said speech activity detector (5) and adapted to said output signal (ERLE) of said echo suppression means (11).

14. The mobile telephone as recited in claim 13,
characterized in that

said variable attenuation factor of said attenuator (14) is increased as the echo suppression performed by said echo suppression means (11) decreases, and
in that said variable attenuation factor of said attenuator (14) is reduced should said further output signal (SNR) of said speech activity detector (5) indicate a low signal-to-noise ratio.

15. The mobile telephone as recited in one of the preceding claims,

characterized in that

arranged between said receiving and decoding means (3) and said loudspeaker (1) is a dynamic controller (6) for compressing and/or expanding the signals output by said receiving and decoding means (3).

16. The mobile telephone as recited in claim 15,

characterized in that

said dynamic controller (6) comprises a compressor, an expander and/or an input-controlled limiter circuit.

17. The mobile telephone as recited in claim 15 or 16,

characterized in that

said dynamic controller (6) is connected after a nonlinear equalizer (7).

18. The mobile telephone as recited in claim 7,

characterized in that

said output signal (VA) of said speech activity detector (5) is supplied to said dereverberation means (12) and

in that said dereverberation means (12) are implemented such as to estimate the acoustical impulse response of the room in which the speaker is located by monitoring said output signal of said microphone (2) in the event that said output signal (VA) of said speech activity detector (5) indicates a one-way conversation with a speaker at the other end of the transmission path, said dereverberation means (12) then using the acoustical impulse response so obtained as the basis for dereverberation of said output signal of said microphone (2).

1/1

